



Facultad de Veterinaria

Trabajo de
fin de grado

Desarrollo esquelético de la
aleta torácica del delfín común
(*Delphinus delphis*) en aguas
de Galicia

Carla Mena Olivella

Grado en Veterinaria

Año 2017

Modalidad del Trabajo: Experimental

Licencia

Esta obra pertenece a Carla Mena Olivella, y está sujeta a la licencia Reconocimiento-Compartir Igual 4.0 Internacional de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Resumen

Galicia es una región importante en cuanto a la presencia de cetáceos en sus aguas, siendo el delfín común (*Delphinus delphis*) una de las especies más abundantes. Debido a esta abundancia la costa gallega registra un elevado número de varamientos, por lo que es fundamental obtener el máximo de información posible de los ejemplares varados para averiguar la causa de muerte o enfermedad y ampliar los conocimientos de que disponemos sobre su biología. En este estudio se ha utilizado la técnica radiológica para identificar y describir los elementos óseos y la secuencia de desarrollo de la aleta pectoral del delfín común. Para ello se han empleado un total de 33 ejemplares (18 machos y 15 hembras) de diferentes longitudes corporales varados entre marzo de 2014 y marzo de 2017. Se observó que la configuración esquelética de la aleta pectoral en esta especie coincide con el patrón general que muestran los odontocetos de la familia Delphinidae. En cuanto a su desarrollo, se observó que la secuencia de maduración de los huesos largos procede en dirección proximodistal, mientras que la de los huesos planos del carpo es craneocaudal. Finalmente, cabe destacar que las hembras alcanzan la maduración esquelética de la aleta pectoral antes que los machos.

Palabras clave: delfín común, *Delphinus delphis*, cetáceo, aleta pectoral, patrón óseo, desarrollo esquelético, radiología, Galicia.

Resumo

Galicia é unha rexión importante en canto á presenza de cetáceos nas súas augas, sendo o golfinho común (*Delphinus delphis*) unha das especies máis abundantes. Debido a esta abundancia a costa galega rexistra un elevado número de varamentos, polo que é fundamental obter o máximo de información posible dos exemplares varados para pescudar a causa de morte ou enfermidade e ampliar os coñecementos dos que dispoñemos sobre a súa bioloxía. Neste estudo utilizouse a técnica radiolóxica para identificar e describir os elementos óseos e a secuencia de desenvolvemento da aleta pectoral do golfinho común. Para iso empregáronse un total de 33 exemplares (18 machos e 15 femias) de diferentes lonxitudes corporais varados entre marzo de 2014 e marzo de 2017. Observouse que a configuración esquelética da aleta pectoral nesta especie coincide co patrón xeral que mostran os odontocetos da familia Delphinidae. En canto ao seu desenvolvemento, observouse que a secuencia de maduración dos ósos longos procede en dirección proximodistal, mentres que a dos ósos planos do carpo é craneocaudal. Finalmente, cabe destacar que as femias alcanzan a maduración esquelética da aleta pectoral antes que os machos.

Palabras chave: golfinho común, *Delphinus delphis*, cetáceo, aleta pectoral, patrón óseo, desenvolvemento esquelético, radioloxía, Galicia.

Abstract

Galicia is an important region as regards the presence of cetaceans in its waters, being the common Dolphin (*Delphinus delphis*) one of the most abundant species. Due to this abundance, the Galician coast registers a large number of strandings, so it is essential to get as much information as possible of the stranded specimens to find out the cause of death or disease and to broaden the knowledge that we have on their biology. In this study the radiological technique has been used to identify and describe the skeleton and the sequence of development of the bones of the flipper of the common dolphin. We have used a total of 33 specimens (18 males and 15 females) of different corporal lengths stranded between March of 2014 and March of 2017. Our results showed that the skeletal configuration of the flipper in this species coincides with the general pattern shown by other odontocetes of the Delphinidae family. As for its development, it was observed that the sequence of maturation of the long bones proceeds in proximodistal direction, whereas that of the flat bones of the carpo is craneocaudal. Finally, it is noteworthy that the females reach the skeletal maturation of the pectoral fin before the males.

Key words: common dolphin, *Delphinus delphis*, cetacean, pectoral limb, forelimb, flipper, osseous pattern, skeletal development, radiology, Galicia.

Abreviaciones

C	Cúbito
C2	Hueso carpal 2
C3	Hueso carpal 3
C4+5	Hueso carpal 4 + 5
CC	Hueso carpocubital
CEMMA	Coordinadora para o Estudio dos Mamíferos mariños
CI	Hueso carpointermio
CR	Hueso carporradial
CRAM	Fundación para la Conservación y Recuperación de Animales
F	Falange (del 1 al 9, por ejemplo, F1)
GLG	Grupo de capas de crecimiento (del inglés, <i>growth layer groups</i>)
H	Húmero
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i>
LT	Longitud corporal total
M	Hueso metacarpiano (del 1 al 5: M1, M2, M3, M4 y M5)
NPO	Núcleo primario de osificación
NSO	Núcleo secundario de osificación
ONG	Organización no gubernamental
R	Radio

Terminología

En este trabajo se ha empleado la terminología de la **Nómina Anatómica Veterinaria** (*Illustrated Veterinary Anatomical Nomenclature*, Constantinescu & Schaller, 2011). La única excepción a esta regla se ha llevado a cabo deliberadamente en la denominación de los huesos de carpo y metacarpo, en aras de facilitar la comprensión del texto al lector: en lugar de utilizar números romanos del I al V para identificarlos de medial a lateral, se han empleado números árabes del 1 al 5. Así, por ejemplo, el hueso metacarpiano I (MI) se ha denominado M1.

Algunas definiciones que pueden resultar de utilidad para seguir el trabajo son:

1. **Abducir un miembro:** separarlo o alejarlo de la línea media del cuerpo.
2. **Rotación externa de un miembro:** girar una articulación de modo que la parte del miembro que normalmente mira hacia la línea media del cuerpo (hacia medial) pase a estar situada hacia delante (hacia craneal).
3. **Craneal:** dirigido hacia o relativamente más próximo a la cabeza.
4. **Caudal:** dirigido hacia o relativamente más próximo a la cola.
5. **Dorsal:** dirigido hacia o relativamente más próximo a la parte más alta del cuerpo.
6. **Ventral:** dirigido hacia o relativamente más próximo a la parte más baja del cuerpo.

7. **Proximal:** en una extremidad, dirigido hacia o relativamente más cercano al tronco.
8. **Distal:** en una extremidad, dirigido hacia o relativamente más alejado del tronco.
9. **Diáfisis:** parte central de un hueso largo.
10. **Epífisis:** cada uno de los extremos de un hueso largo.
11. **Metáfisis:** donde se unen, en cada extremo de un hueso largo, diáfisis y epífisis. Aquí en animales jóvenes aparece la fisis, cartílago epifisario o cartílago de crecimiento.
12. **Misticeto:** cetáceo con barbas.
13. **Odontoceto:** cetáceo con dientes.
14. **Osificación:** proceso por el cual se forma tejido óseo.
15. **Núcleo de osificación:** punto desde el cual comienza la osificación. El (los) primero(s) en aparecer para formar un único hueso se denomina(n) primario(s); todos los que aparecen a continuación, se denominan secundarios.

En el trabajo utilizamos los términos “aleta torácica” y “aleta pectoral” indistintamente.

Índice

1. Introducción.....	2
1.1 Características morfológicas	2
1.2 Distribución	4
1.3 Ciclo biológico	5
1.4 Ecología y comportamiento.....	5
1.5 Estado de conservación	6
1.6 Descripción anatómica	6
2. Objetivos	9
3. Material y métodos.....	10
3.1 Recogida de muestras	10
3.2 Realización de las radiografías.....	12
4. Resultados	13
4.1 Descripción general.....	13
4.1.1 Radio y cúbito	15
4.1.2 Carpo	16
4.1.3 Metacarpo.....	16
4.1.4 Dedos.....	17
4.1.5 Peculiaridades óseas	19
4.2 Descripción del desarrollo de los componentes óseos	21
4. Discusión	28
5. Conclusiones	32
6. Bibliografía	33

1. Introducción

Galicia es una región relevante en lo que se refiere a la presencia de cetáceos en Europa ya que se pueden avistar hasta 22 especies, las más frecuentes odontocetos como el delfín mular (*Tursiops truncatus*), delfín común (*Delphinus delphis*), delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), calderón común (*Globicephala melas*) o marsopa común (*Phocoena phocoena*) en orden decreciente. Sin embargo, también se avistan mysticetos como el rorcual aliblanco (*Balaenoptera acutorostrata*) o el rorcual común (*Balaenoptera physalus*). Asimismo, Galicia contabiliza cerca del 50% de los varamientos que se producen en toda la costa oeste de la península ibérica (López, 2003), por lo que es muy importante tratar de obtener la mayor información posible de estos ejemplares a través de la realización de necropsias y análisis de numerosos tipos de muestras con el objetivo de ampliar los conocimientos que tenemos sobre estas especies.

Debido a que la especie de cetáceo sobre la que desarrolla este estudio se aleja de los modelos de mamíferos terrestres estudiados en el Grado en Veterinaria, parece adecuado realizar una breve descripción de su biología y anatomía esquelética antes de entrar en materia con el fin de tener una pequeña visión global de nuestro protagonista.

El delfín común de hocico corto, *Delphinus delphis*, Linnaeus 1758 (en adelante referido como delfín común), es una especie de mamífero marino que pertenece al Orden Cetacea, Suborden Odontoceti y a la Familia Delphinidae (Committee on Taxonomy, 2016).

1.1 Características morfológicas

Como todos los cetáceos, el delfín común tiene un cuerpo fusiforme, careciendo de cualquier relieve externo que menoscabe su perfil hidrodinámico (tales como pelo, pabellones auriculares, genitales externos, glándulas mamarias y extremidades posteriores).

La longitud media de los individuos adultos de esta especie oscila entre 1,8-2,5 metros, siendo los machos ligeramente más grandes que las hembras, mientras que la de sus crías recién nacidas fluctúa entre 80-100 cm (Cozzi *et al.*, 2017; Jefferson *et al.*, 2011; López, 2011). El peso medio de los ejemplares adultos ronda entre los 100 y 200 kg (López, 2011; Reeves, 2005).

Visto desde arriba el delfín común es negro, pero su aspecto ventral es blanco. Sin embargo, la coloración más característica resulta de la interacción de dos componentes independientes. El primero, el amarillo, se extiende lateralmente desde la región craneal hasta la altura de la aleta dorsal. El segundo, gris oscuro-negro, se extiende dorsalmente desde la cara (creando una especie de antifaz) hasta la aleta caudal, prologándose también hacia las aletas pectorales (López, 2011).

La interacción entre ambos componentes da como resultado un dibujo lateral que recuerda a un “reloj de arena” (Figuras 1 y 2) (Jefferson *et al.*, 2011). En el caso de los juveniles el patrón de coloración se corresponde con colores más atenuados y líneas difusas, mientras que los machos adultos tienen colores más contrastados (López, 2011) (Figura 2).



Figura 1. Morfología externa de un ejemplar de delfín común (*Delphinus delphis*). Fuente: Fundación para la Conservación y Recuperación de Animales Marinos (CRAM, <https://cram.org/wp-content/uploads/2015/03/delfin-comun-short-beaked-common-dolphin-2.jpg>).

Para diferenciar machos de hembras es necesario analizar la región anogenital. Los machos solo presentan dos aberturas (la más craneal corresponde a la genital y la más caudal a la anal), mientras que las hembras además de estos dos orificios también presentan una hendidura a cada lado de la abertura genital, que corresponden con las hendiduras mamarias (Figura 2).



Figura 2. Dimorfismo sexual correspondiente a la región genito - anal. Fuente: Tokio 2017. Póster sobre el golfinó común (*Delphinus delphis*). CEMMA.

Por otro lado, en el pedúnculo caudal de los machos adultos se aprecia una prominencia o quilla en la zona ventral, caudal a la abertura anal (Figura 2). La aparición de esta prominencia está relacionada con la etapa de la maduración sexual y el periodo reproductivo anual (López, 2003).

Para la identificación de esta especie se utilizan los siguientes parámetros (López, 2003):

- Presencia de surcos longitudinales laterales en el paladar óseo, una característica única en el delfín común.
- Fórmula dental en cada hemiarcada: 40-60/40-60 con dientes cónicos y puntiagudos, con diámetro de 2,5-3 mm.
- El manubrio del esternón de los individuos adultos presenta un arco craneal flanqueado por dos proyecciones laterales inmediatamente craneales a la primera articulación costoesternal; caudalmente, entre el manubrio y la primera esternebra, aparecen dos incisuras bien marcadas a cada lado.
- Vestigios de huesos pélvicos. En machos son de mayor tamaño, más gruesos y más curvados que en hembras.

1.2 Distribución

Esta especie está ampliamente distribuida por las aguas tropicales, templadas y frías de los océanos Atlántico y Pacífico (Reeves, 2005) tal como se muestra en la Figura 3. Sin embargo, en este estudio nos centraremos en las poblaciones que visitan las costas de Galicia.

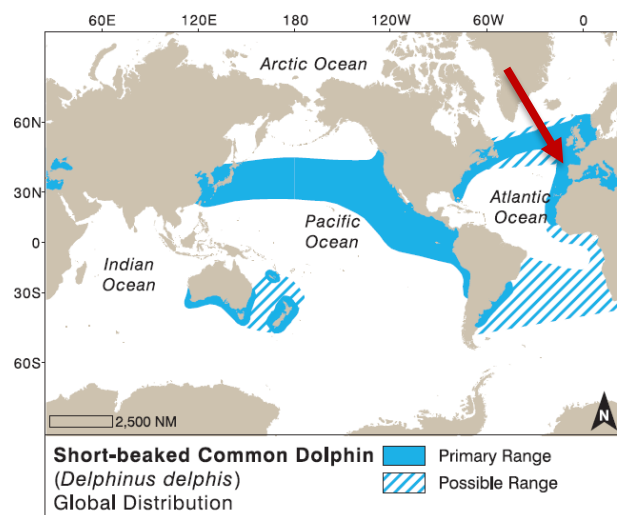


Figura 3. Distribución del delfín común. Fuente: Reeves (2005).

El delfín común es el cetáceo más abundante en las costas gallegas (Aguilar, 1997; López *et al.*, 2004; Read, 2015). Su presencia en Galicia fue descrita por primera vez por naturalistas de los siglos XVIII y XIX como, por ejemplo, J. Cornide en 1788, V. López Seoane en 1861 y M. de la Paz Graells en 1870 (citados por López, 2003).

1.3 Ciclo biológico

La época reproductiva se establece entre mayo y octubre (López, 2003; Murphy *et al.*, 2013; Read, 2015). La gestación dura una media de 11 meses. Los partos se suelen producir entre julio y agosto, siendo el intervalo entre estos de 1-3 años (Perrin *et al.*, 2009). En la mayoría de los casos los delfines solo gestan una cría, pero se han detectado casos de partos múltiples en algunas especies de cetáceos, incluyendo al delfín común (Davison *et al.*, 2016; González *et al.*, 1999; IJsseldijk *et al.*, 2014; Kompanje, 2005; Kompanje *et al.*, 2017; Osborn *et al.*, 2012). El destete se produce entre unos 4-10 meses tras el parto (López, 2011).

La madurez sexual en esta especie se estima entre los 10-11 años y un tamaño medio de 204 cm en los machos y entre los 6-10 años y un tamaño medio de 187 cm en las hembras. La longevidad se estima entre 25 y 30 años (Read, 2015).

1.4 Ecología y comportamiento

En Galicia el delfín común se avista con mayor frecuencia en aguas profundas (de más de 200 m de profundidad) (López *et al.*, 2004; Murphy *et al.*, 2013). En Galicia ocasionalmente puede verse en el interior de las Rías o desde puntos de avistamiento elevados desde la costa (López *et al.*, 2004).

Como la mayoría de los delfínidos, el delfín común es una especie gregaria que puede llegar a crear grupos de centenares o, incluso, miles de individuos. Sin embargo, lo más habitual es encontrar un grupo de 30 ejemplares o menos. Con frecuencia pueden aparecer asociaciones mixtas de delfín común con delfín listado (*Stenella coeruleoalba*). Dentro del grupo suele existir segregación por sexo y edad (Reeves, 2005).

Como curiosidad cabe mencionar que pueden alcanzar velocidades de entre 15-20 km/h e incluso el doble (Murphy *et al.*, 2013). La mayoría de sus inmersiones para alimentarse se producen por la noche, alcanzan los 90 m de profundidad y duran sobre 3 minutos, pero se han registrado inmersiones de hasta 260 m con una duración superior a 8 minutos (Stewart, 2009).

Su dieta es fundamentalmente piscívora y oportunista, llegándose a alimentar de hasta 28 especies de peces distintas. La bacaladilla (*Micromesistius poutassou*), el jurel (*Trachurus trachurus*) y la sardina (*Sardina pilchardus*) son las presas más frecuentes (entre un 66,3% y un 68,9% de la

composición de la dieta). Sin embargo, cefalópodos y crustáceos también pueden encontrarse dentro de su alimentación habitual, constituyendo entre el 8% y el 11,72% de su dieta (López, 2003).

1.5 Estado de conservación

A pesar de que se han llevado a cabo varios estudios relacionados con avistamientos, varamientos, parámetros biológicos, dieta, genética e interacciones con la industria pesquera, el actual estado de conservación del delfín común de la región nordeste del Atlántico es desconocido (Read, 2015).

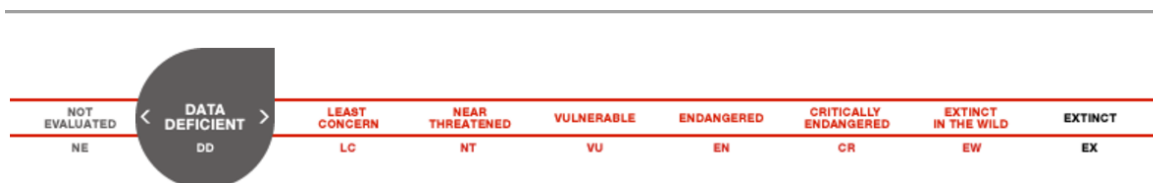


Figura 4. Estado de conservación en el que se encuentra el delfín común. Fuente: International Union for Conservation of Nature (IUCN, <http://www.iucnredlist.org/details/6336/1>).

Lo que sí parece demostrado es que en los últimos 50 años se ha detectado un descenso acusado de las poblaciones de esta especie (Perrin *et al.*, 2009).

1.6 Descripción anatómica

En su adaptación al medio acuático los cetáceos han sufrido numerosas modificaciones anatómicas y fisiológicas. Respecto a su sistema esquelético cabe destacar (Berta *et al.*, 2015; Felts, 1966; Rommel y Reynolds, 2009; Rommel *et al.*, 2009):

- El esqueleto de la cabeza está muy transformado como consecuencia de un proceso que se conoce como “telescopaje” y cuya principal consecuencia fue la traslación de las aberturas nasales de una posición rostral a dorsal en la cabeza (Figura 5).
- Ausencia de extremidades posteriores. En su lugar el impulso para la locomoción se genera en la región caudal de la columna vertebral, muy desarrollada tanto en su estructura ósea como en su cobertura muscular, constituyendo un potente pedúnculo caudal que finaliza en una modificación de la piel: la aleta caudal con sus lóbulos derecho e izquierdo dispuestos en el plano horizontal. Embebidos en la musculatura de la pared abdominal persisten los vestigios óseos de los huesos coxales (Figura 5).

- Los huesos largos de la extremidad torácica han reducido su longitud y aparecen aplanados. Además, la región de la mano está muy desarrollada con presencia de hiperfalangia, sobre todo en dedos II y III (Figura 6). En cuanto a las articulaciones, solo la del hombro es una articulación sinovial o verdadera, es decir, con movimiento.
- Osificación retardada (paedomorfosis) y ausencia de reabsorción de una cavidad central en los huesos largos, dando como resultado una tasa de maduración lenta y la formación de huesos esponjosos y sin cavidad medular.

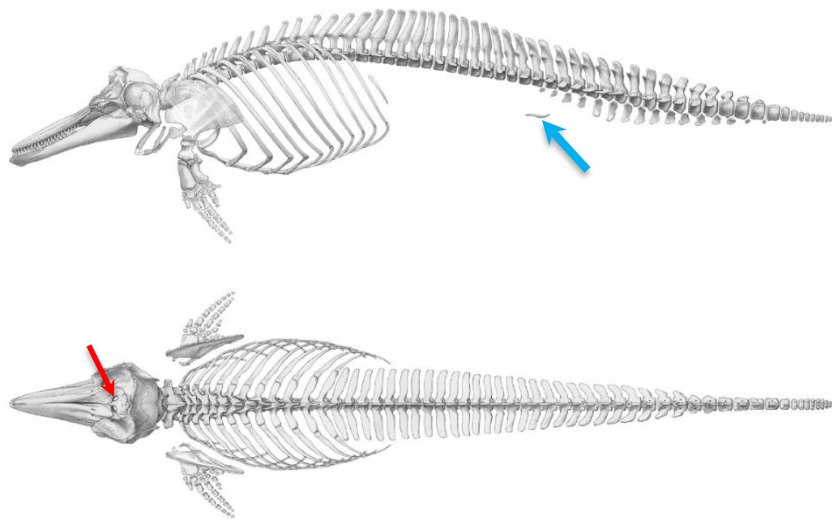


Figura 5. Esqueleto de delfín mular (*Tursiops truncatus*). La flecha azul señala un hueso vestigial de la extremidad pelviana. La flecha roja la posición de las aberturas nasales óseas. Fuente: Cozzi et al. (2017).

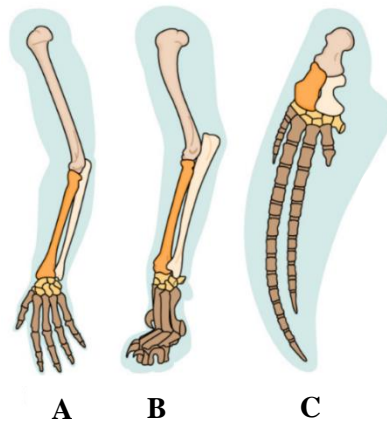


Figura 6. Esquema comparativo del esqueleto de la extremidad torácica (a excepción de la escápula) entre hombre (A), gato (B) y odontoceto (C). Fuente: 1999 Addison Wesley Longman.

Disponible en:

<https://preachrr.wordpress.com/2011/01/24/dolphin-%E2%80%99Chands%E2%80%99D%E2%80%994the-homology-argument/>

Debemos tener en cuenta que, en los cetáceos, debido a esa osificación retardada, la madurez física es más tardía que la madurez sexual (Murphy y Rogan, 2006). En estudios recientes se ha estimado que la madurez física en hembras de *Delphinus delphis* se alcanza aproximadamente a los 10 años de edad y 199 cm de longitud, mientras que los machos la alcanzan a los 12,5 años y 215 cm de longitud (Read, 2015).

Estimar la edad de un cetáceo es clave a la hora de determinar la causa de muerte de un animal en libertad o para estudiar su biología o su comportamiento. La técnica más fiable y empleada en la actualidad en odontocetos es el recuento de los grupos de capas de crecimiento (GLG, *growth layer groups*) de estructuras duras como los dientes o el hueso, aunque la edad relativa también se puede estimar mediante el estudio de la densidad ósea, la racemización del ácido aspártico en el cristalino o el estudio de la longitud de los telómeros, entre otras técnicas (revisado por Read, 2015). En su mayoría estos procedimientos solo se pueden realizar en cadáveres (contaje de GLG en dientes o hueso), ya que son muy invasivos si se realizan en animales vivos (extracción de dientes) y requieren equipamiento caro y especializado (determinación de densidad ósea) o laboratorios singulares (estudios de racemización o de telómeros), por lo que en la práctica ninguno se emplea de forma rutinaria para determinar, estimar o confirmar la edad en odontocetos vivos salvajes o en cautividad.

La tendencia actual para estimar la edad de un odontoceto es la de utilizar procedimientos lo más rápidos, económicos y menos invasivos posible, siendo la técnica radiológica la única que cumple con todos esos requisitos y que, además, puede ser empleada tanto en animales vivos como en cadáveres o partes de ellos (Calzada y Aguilar, 1996). La aleta torácica es una región corporal fácilmente accesible para su estudio radiológico y, por otra parte, contiene numerosos segmentos óseos susceptibles de formarse, crecer y fusionarse, por lo que se ha empleado en diversos estudios sobre desarrollo óseo y de estimación de edad (Galatius *et al.*, 2006). En odontocetos es fácil encontrar publicaciones sobre la aleta pectoral de especies como el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*) (Calzada y Aguilar, 1996; DiGiancamillo *et al.*, 1998; Haruka y Miyazaki, 1990), el delfín mular (*Tursiops truncatus*) (Butti *et al.*, 2007; Maier, 1997), la franciscana (Del Castillo *et al.*, 2014) o las marsopas (*Phocoena phocoena* y *Phocoena sinus*) (Dawson, 2003; Galatius *et al.*, 2006; Mellor *et al.*, 2009; Ogden *et al.*, 1981), pero apenas hay información disponible sobre la constitución y el desarrollo óseo del delfín común (Cozzi *et al.*, 2017).

2. Objetivos

Los principales objetivos de este trabajo de fin de grado fueron:

1. Identificar y describir los elementos óseos que componen la aleta torácica del delfín común (*Delphinus delphis*).
2. Describir la secuencia de osificación de los componentes óseos de esta aleta.

3. Material y métodos

3.1 Recogida de muestras

La recogida de muestras se llevó a cabo por personal de la Red de Varamientos de Galicia que, desde 1999 y bajo el amparo de un convenio con la autoridad competente sobre este tipo de fauna salvaje (Xunta de Galicia), se encarga de la asistencia a tortugas y mamíferos marinos varados en las costas gallegas. La Red de Varamientos de Galicia está sostenida por personal de la ONG CEMMA (Coordinadora para o Estudo dos Mamíferos Mariños, <http://www.cemma.org/vara.htm>).

Las aletas se obtuvieron de 33 ejemplares de delfín común: 18 machos y 15 hembras varados en las costas de Galicia (en su mayoría en las provincias de A Coruña y Pontevedra) entre marzo de 2014 y marzo de 2017. La longitud corporal total (LT) de los cadáveres se midió desde el extremo más rostral del hocico hasta el punto de divergencia de la aleta caudal en sus dos partes (izquierda y derecha), siguiendo el protocolo que se muestra en la ficha de biometría de delfínidos de la Figura 7. Los datos relativos a fecha, lugar, sexo y LT de los 33 ejemplares se muestran en la Tabla 1. Uno de los animales era un feto (ejemplar 1, macho de 70 cm), el resto por su LT eran desde crías lactantes a adultos.

Diagrama de biometría de un odontoceto con 32 medidas numeradas:

- 1: Longitud corporal total (LT)
- 2: Longitud del hocico
- 3: Longitud del ojo
- 4: Longitud del pectoral
- 5: Longitud del dorsal
- 6: Longitud del anal
- 7: Longitud del caudal
- 8: Longitud del pectoral (otro)
- 9: Longitud del dorsal (otro)
- 10: Longitud del anal (otro)
- 11: Longitud del caudal (otro)
- 12: Longitud del pectoral (otro)
- 13: Longitud del dorsal (otro)
- 14: Longitud del anal (otro)
- 15: Longitud del caudal (otro)
- 16: Longitud del pectoral (otro)
- 17: Longitud del dorsal (otro)
- 18: Longitud del anal (otro)
- 19: Longitud del caudal (otro)
- 20: Longitud del pectoral (otro)
- 21: Longitud del dorsal (otro)
- 22: Longitud del anal (otro)
- 23: Longitud del caudal (otro)
- 24: Longitud del pectoral (otro)
- 25: Longitud del dorsal (otro)
- 26: Longitud del anal (otro)
- 27: Longitud del caudal (otro)
- 28: Longitud del pectoral (otro)
- 29: Longitud del dorsal (otro)
- 30: Longitud del anal (otro)
- 31: Longitud del caudal (otro)
- 32: Longitud del pectoral (otro)

Formulario de datos:

Data varamiento aproximada:		Data observación:	
Localidade:		Coordenadas:	
Especie:		Fotos: Si-Non	
Comunicante		Observacións	
Observador:			

Sexo: ☐ ♀ ☐ ♂

Peso:

Figura 7. Ficha de biometría de un odontoceto. Se muestran todas las medidas que se registran en un animal varado. La medida 1 corresponde a la longitud corporal total (LT). Fuente: Curso Formativo de la Red de Varamientos de Galicia. Organizado por CEMMA, 30 junio-2 julio de 2017, Nigrán (Pontevedra).

Tabla 1. Datos de longitud total (LT), sexo, lugar y fecha de varamiento de los animales empleados en este trabajo.

Ejemplar	LT	Sexo	Lugar	Fecha
1	70 cm (feto)	Macho	Baredo, Baiona (Pontevedra)	27/03/2014
2	112 cm	Macho	Muros (A Coruña)	17/08/2014
3	140 cm	Macho	Playa de Arealonga, O Vicedo (Lugo)	30/01/2016
4	144 cm	Macho	Baiona (Pontevedra)	08/03/2014
5	155 cm	Macho	Sanxenxo (Pontevedra)	02/03/2017
6	156 cm	Macho	O Seixal, A Guarda (Pontevedra)	04/03/2014
7	168 cm	Macho	O Grove (Pontevedra)	14/01/2015
8	173 cm	Macho	Playa de Esteiro, Mañón (A Coruña)	28/01/2016
9	176 cm	Macho	Porto do Son (Pontevedra)	03/02/2015
10	183 cm	Macho	Vigo (Pontevedra)	01/03/2017
11	190 cm	Macho	Carballo (A Coruña)	22/11/2015
12	197 cm	Macho	Bueu (Pontevedra)	27/09/2016
13	198 cm	Macho	Illa da Rúa, Ría de Arousa (Pontevedra)	15/08/2015
14	216 cm	Macho	Fisterra (A Coruña)	18/07/2016
15	217 cm	Macho	A Guarda (Pontevedra)	05/04/2015
16	222 cm	Macho	Playa de Area Fofa, Nigrán (Pontevedra)	03/03/2014
17	222 cm	Macho	Sanxenxo (Pontevedra)	17/11/2015
18	229 cm	Macho	O Grove (Pontevedra)	07/02/2016
19	114 cm	Hembra	Cedeira (A Coruña)	10/07/2016
20	137,5 cm	Hembra	Boiro (A Coruña)	13/04/2016
21	161 cm	Hembra	Riazor (A Coruña)	27/12/2015
22	184 cm	Hembra	Fisterra (A Coruña)	16/06/2016
23	185 cm	Hembra	Riazor (A Coruña)	14/01/2016
24	191 cm	Hembra	Vigo (Pontevedra)	28/02/2017
25	192 cm	Hembra	Mañón (A Coruña)	13/03/2016
26	193 cm	Hembra	Cangas (Pontevedra)	03/02/2015
27	194 cm	Hembra	Playa de Coroso, Ribeira (A Coruña)	12/09/2015
28	194,5 cm	Hembra	Noia (A Coruña)	03/02/2017
29	195 cm	Hembra	Playa de Basteira, Cariño (A Coruña)	28/05/2016
30	195 cm	Hembra	Porto do Son (Pontevedra)	16/02/2015
31	201 cm	Hembra	Playa de Lourido, Nigrán (Pontevedra)	04/03/2014
32	204 cm	Hembra	Playa de Mougás, Oia (Pontevedra)	05/03/2014
33	205 cm	Hembra	Mugardos (A Coruña)	19/05/2016

Las aletas se seccionaron a nivel de la articulación glenohumeral y se introdujeron en bolsas de plástico identificadas adecuadamente. En la mayoría de los casos solo se guardó una de las aletas (izquierda o derecha dependiendo del animal), pero en algunos ejemplares se guardaron ambas aletas pectorales, como es el caso de los individuos 1, 4, 6, 15, 16, 31 y 32.

Las aletas se almacenaron congeladas a -20° C, primero en las instalaciones de CEMMA en Nigrán (Pontevedra) y, posteriormente, en las dependencias de Anatomía Veterinaria de la USC, hasta el momento de realizar su examen radiológico en el Servicio de Diagnóstico por Imagen del Hospital Clínico Veterinario Rof Codina de la USC.

3.2 Realización de las radiografías

Las radiografías fueron tomadas mediante un equipo Siemens Luminos Fusion con tubo de rayos X con punto focal de 0,6 mm y con una distancia foco-placa de 115 cm.

El detector es un equipo digital directo mediante panel plano dinámico de resolución 140 micras con una dimensión máxima de 43 x 43 cm (pudiéndose adaptar mediante la colimación para cada muestra). Los parámetros de exposición fueron **12,5 mAs** para todas las aletas, siendo el kVp variable entre los **44 y los 60 kVp** en función del grosor de la muestra, ya que el kVp se determina mediante la regla de Santé (protocolo utilizado en el Hospital Clínico Veterinario Rof Codina):

$$kVp = \text{grosor de la muestra (cm)} \times 2 + 40$$

No se empleó parrilla antidifusora ya que la cantidad de radiación dispersa se considera poco significativa hasta los 10 cm de espesor (esos 60 kVp que establecen el límite máximo del rango comentado en el párrafo anterior).

Las radiografías de las aletas fueron tomadas mediante una proyección mediolateral (cabeza del húmero apoyada en la mesa, teniendo en cuenta que la cabeza del húmero se localiza en una posición lateral en el delfín común). El escaneo de todas las aletas fue realizado siempre por la misma persona.

4. Resultados

4.1 Descripción general

Antes de entrar de lleno en la enumeración de elementos óseos de la aleta del delfín común es preciso comentar que en los cetáceos la aleta pectoral (parte libre de la extremidad torácica) está situada, en comparación con los mamíferos terrestres, en abducción y rotación externa de la articulación del hombro, y además está aplanada dorsoventralmente. Por consiguiente, las estructuras que en mamíferos terrestres se encuentran mediales/laterales pasan a estar situadas craneales/caudales, respectivamente. Así en ella se definen:

- **Dos caras:** dorsal (Figura 8) y ventral.
- **Dos bordes:** craneolateral y caudomedial (Figura 8).



Figura 8. Aleta pectoral de un delfín común: borde craneolateral (línea discontinua roja), borde caudomedial (línea discontinua amarilla) y cara dorsal. Fuente: Modificado de la página web WSKNOW. Disponible en: <https://wsknow.com/dolphin-common/>

La aleta pectoral en el delfín común es triangular, larga, estrecha y de vértice puntiagudo o ligeramente redondeado, con su borde craneolateral ligeramente convexo y el caudal dividido en dos segmentos (Figura 8 y 9): el más proximal es corto y prácticamente paralelo al tronco, mientras que el segmento distal es más largo, ligeramente convexo y diverge oblicuamente a la altura del metacarpo hasta alcanzar el vértice de la aleta. No presenta fisuras interdigitales ni especializaciones cornificadas de la piel (pezuñas).

La aleta pectoral consta únicamente de las regiones del antebrazo y de la mano, puesto que las regiones de la escápula (base ósea: escápula) y del brazo (base ósea: húmero) están embebidas en el tronco. La articulación del codo se localiza en la inserción de la aleta con el tronco, rotada aproximadamente 45° hacia caudal (Figura 9).

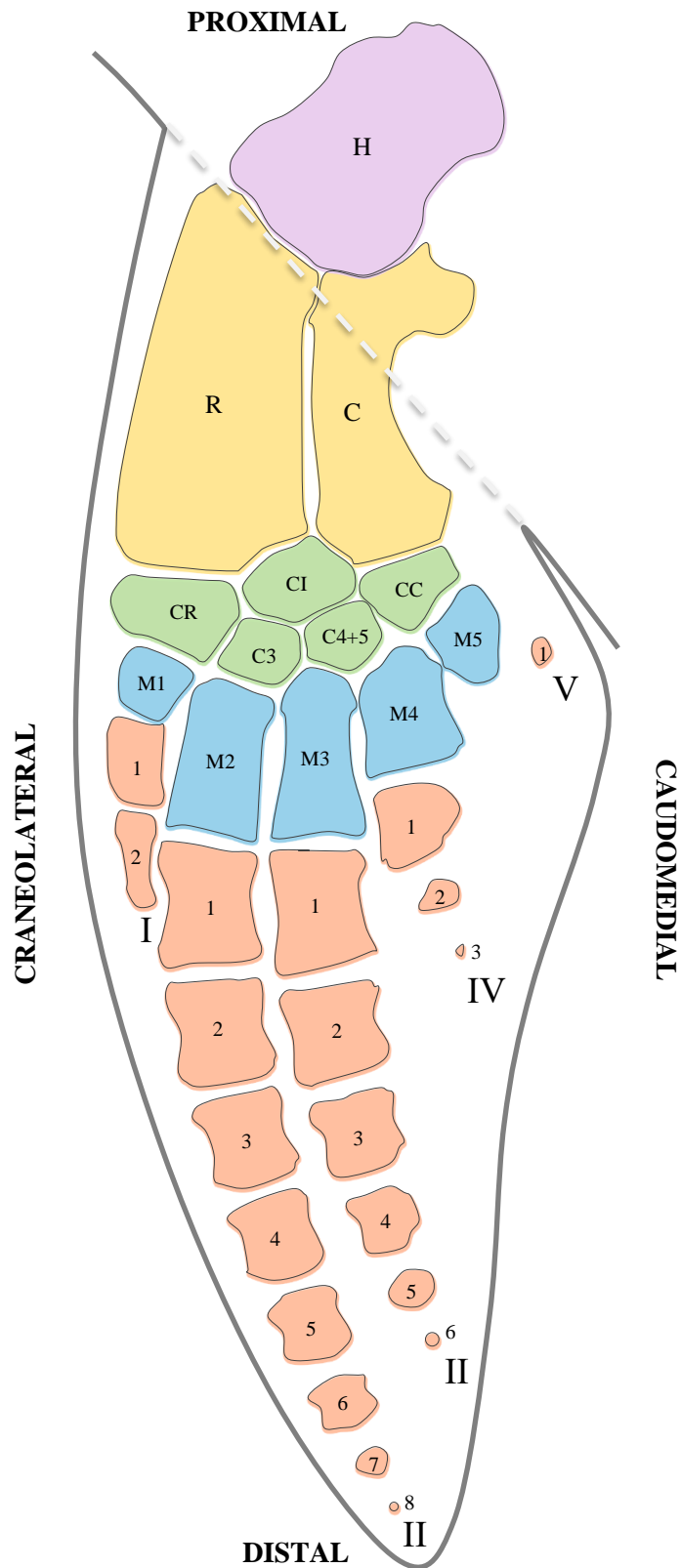


Figura 9. Esquema de la aleta pectoral del ejemplar 16 (macho de 222 cm). El código de colores utilizado corresponde a las siguientes regiones (de proximal a distal): brazo (lila), antebrazo (amarillo), carpo (verde), metacarpo (azul) y dedos (naranja). De proximal a distal, H: húmero, R: radio, C: cúbito, CR: hueso carporradial, CI: hueso carpointermédio, CC: hueso carpocubital, C3: hueso carpal 3, C4+5: hueso carpal 4 + 5, M1: hueso metacarpiano 1, M2: hueso metacarpiano 2, M3: hueso metacarpiano 3, M4: hueso metacarpiano 4, M5: hueso metacarpiano 5. Los dedos están identificados de craneal a caudal con números romanos (del I al V), y sus falanges con números árabes de proximal a distal. Fuente: elaboración propia.

Los huesos que constituyen la base ósea de la aleta torácica en *Delphinus delphis* son:

- **Región del antebrazo:** radio y cúbito (región amarilla de la Figura 9).
- **Región de la mano:** carpo con huesos carpianos o carpales (región verde de la Figura 9), metacarpo con huesos metacarpianos o metacarpales (región azul de la Figura 9) y dedos con falanges (región naranja de la Figura 9). Como ya se ha comentado en el apartado de Introducción, el delfín común es pentadáctilo y exhibe hiperfalangia en los dedos II y III.

4.1.1 Radio y cúbito

Están aplanados dorsoventralmente, el radio dispuesto craneal y el cúbito caudal. Proximalmente radio y cúbito presentan superficies articulares para el húmero y para articularse entre ellos.

En el cúbito se distingue proximal y caudalmente el **olécranon**. El borde caudal del hueso es convexo (Figura 10).

Radio y cúbito presentan distalmente unas proyecciones que, de acuerdo con Maier (1997), hemos denominado como **eminencias epifisarias distales de radio y cúbito**. Esas eminencias dividen las superficies articulares distales de ambos huesos en dos áreas independientes:

- Caras articulares craneodistal y caudodistal del radio (colores azul y verde, respectivamente, en la Figura 10).
- Caras articulares craneodistal y caudodistal del cúbito (colores naranja y lila, respectivamente, en la Figura 10).

Dichas caras distales de radio y cúbito articulan con los huesos de la fila proximal del carpo (Figura 10).

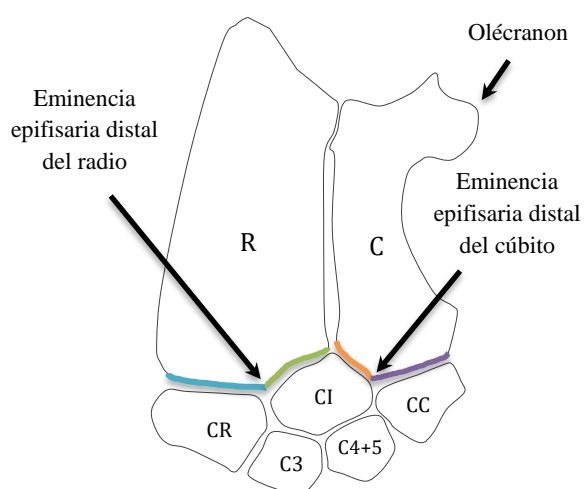


Figura 10. Esquema de los huesos de antebrazo y carpo del delfín común. Distalmente radio y cúbito articulan con los huesos carporradial (CR), carpintermedio (CI) y carpocubital (CC). Cara articular craneodistal del radio: línea azul; cara articular caudodistal del radio: línea verde; cara articular craneodistal del cúbito: línea naranja; cara articular caudodistal del cúbito: línea lila. Fuente: elaboración propia.

4.1.2 Carpo

El carpo está compuesto por dos filas de huesos: proximal y distal. La fila proximal la componen tres huesos, de craneal a caudal: carporradial (CR), carpointermio (CI) y carpocubital (CC); la fila distal por dos huesos, de craneal a caudal: carpal 3 (C3) y carpal 4 + 5 (C4+5) (Flower 1885). Son huesos cortos, aplanados dorsoventralmente y de morfología poligonal (sus caras articulares son planas).

En la fila proximal:

- El hueso CR articula proximalmente con la cara articular craneodistal del radio (azul en la Figura 10).
- El hueso CI con la cara articular caudodistal del radio (verde en la Figura 10) y con la cara articular craneodistal del cúbito (naranja en la Figura 10), es decir, con radio y cúbito entre sus eminencias epifisarias distales.
- El hueso CC (el más caudal de la fila proximal), articula con la cara articular caudodistal del cúbito (lila en la Figura 10).

En la fila distal:

- C3 articula con CR y CI (Figura 10).
- C4+5 articula con CC y con CI (Figura 10).

Las superficies de contacto entre los huesos de la fila proximal y distal son amplias, contrastando con lo reducida que es el área de articulación entre los huesos de una misma fila.

4.1.3 Metacarpo

Los huesos metacarpianos (M) son cinco, numerados de craneal a caudal: M1, M2, M3, M4 y M5 (Figura 11).

M1 y M5 tienen una morfología similar a los huesos del carpo, cortos y poligonales. Por el contrario, M2, M3 y M4 son huesos largos: muestran diáfisis y epífisis proximal y distal.

M1 articula proximalmente con CR (en un caso también con C3: ejemplar 26, hembra 193 cm); M2 únicamente con C3; M3 con C3 y C4+5; M4 con C4+5 y CC; y M5 solo con CC. Todos los huesos del metacarpo articulan proximalmente entre ellos y distalmente con la primera falange (F1) de su dedo correspondiente (Figura 11).

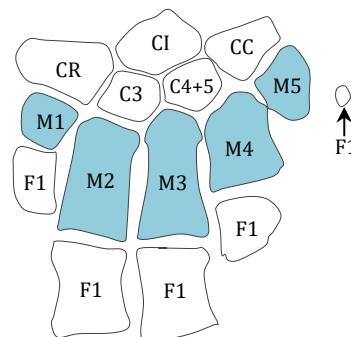


Figura 11. Esquema de la región del carpo, metacarpo y primera fila de falanges del delfín común. Fuente: elaboración propia.

4.1.4 Dedos

Se diferencian cinco dedos que se numeran del I al V de craneal a caudal (Figura 9). El número de falanges que componen cada dedo es muy variable, como se puede apreciar en la Tabla 2.

Tabla 2. Número de falanges contabilizadas en los dedos de las aletas pectorales de todos los ejemplares en este estudio. Fuente: elaboración propia.

Machos					
Individuo	Dedo I	Dedo II	Dedo III	Dedo IV	Dedo V
1 (70 cm)	1	8	5	2	0
2 (112 cm)	2	9	7	3	1
3 (140 cm)	1	8	6	3	1
4 (144 cm)	1	7	6	3	1
5 (155 cm)	1	7	5	2	0
6 (156 cm)	1	8	6	3	1
7 (168 cm)	2	8	6	3	0
8 (173 cm)	1	8	6	3	0
9 (176 cm)	2	8	6	3	1
10 (183 cm)	2	8	5	2	1
11 (190 cm)	2	8	5	2	1
12 (197 cm)	2	8	6	3	1
13 (198 cm)	2	8	6	3	1
14 (216 cm)	1	8	5	3	1
15 (217 cm)	2	7	5	3	1
16 (222 cm)	2	8	6	3	1
17 (222 cm)	2	8	6	3	1
18 (229 cm)	2	8	6	3	1
Hembras					
Individuo	Dedo I	Dedo II	Dedo III	Dedo IV	Dedo V
19 (114 cm)	2	8	6	3	1
20 (137,5 cm)	1	7	5	2	0
21 (161 cm)	1	7	5	3	1
22 (184 cm)	2	8	6	3	1
23 (185 cm)	2	8	6	3	1
24 (191 cm)	1	8	6	3	1
25 (192 cm)	2	8	6	2	1
26 (193 cm)	2	7	6	3	1
27 (194 cm)	2	8	6	3	1
28 (194,5 cm)	2	8	6	2	1
29 (195 cm)	2	9	7	3	1
30 (195 cm)	2	8	6	2	1
31 (201 cm)	2	8	6	2	1
32 (204 cm)	2	9	6	3	1
33 (205 cm)	2	8	6	3	1

En el dedo I las falanges son huesos largos, pero a veces la falange más distal (F2) no es más que un nódulo óseo ovalado.

En los dedos II y III las falanges más proximales son huesos largos, rectangulares dispuestos con su eje longitudinal paralelo al eje del dedo, que progresivamente cambian a cuadrados y finalmente a rectangulares pero dispuestos transversales al eje. Las últimas falanges son nódulos redondeados u ovalados, de diámetro decreciente cuanto más distales. La hiperfalangia es muy marcada en el dedo II, seguido por el dedo III (Tabla 2).

En el dedo IV la falange proximal (F1) suele ser triangular y las distales nódulos óseos ovalados o redondeados. La única falange presente en el dedo V, F1, es un nódulo óseo ovalado o redondeado

En los animales empleados en este estudio (pero sin incluir al ejemplar 1, ya que al ser feto no mostraba todos los núcleos primarios de osificación) la fórmula falángica más frecuente fue la siguiente: **I2 II8 III6 IV3 V1** (Tabla 3). No se detectaron diferencias entre machos y hembras (Tabla 4).

Tabla 3. Proporción de individuos según el número de falanges por cada dedo. Fuente: elaboración propia.

	Nº ejemplares	Porcentaje
DEDO I		
1 falange	9	28,13 %
2 falanges	23	71,87 %
DEDO II		
7 falanges	6	18,75 %
8 falanges	23	71,87 %
9 falanges	3	9,38 %
DEDO III		
5 falanges	7	21,88 %
6 falanges	23	71,87 %
7 falanges	2	6,25 %
DEDO IV		
2 falanges	8	25,00 %
3 falanges	24	75,00 %
DEDO V		
0 falanges	4	12,50 %
1 falange	28	87,50 %

Para esta tabla no se consideró el ejemplar 1 (feto macho de 70 cm), por tanto, n=32. Las falanges fusionadas, pero claramente identificables como procedentes de núcleos de osificación independientes se contabilizaron por separado.

Tabla 4. Proporción de individuos machos y hembras según el número de falanges por cada dedo. Fuente: elaboración propia.

Machos (n = 17)			Hembras (n = 15)	
DEDO I	Nº ejemplares	Porcentaje	Nº ejemplares	Porcentaje
1 falange	6	35,29 %	3	20,00 %
2 falanges	11	64,71 %	12	80,00 %
DEDO II				
7 falanges	3	17,65 %	3	20,00 %
8 falanges	13	76,47 %	10	66,67 %
9 falanges	1	5,88 %	2	13,33 %
DEDO III				
5 falanges	5	29,41 %	2	13,33 %
6 falanges	11	64,71 %	12	80,00 %
7 falanges	1	5,88 %	1	6,67 %
DEDO IV				
2 falanges	3	17,65 %	5	33,33 %
3 falanges	14	82,35 %	10	66,67 %
DEDO V				
0 falanges	3	17,65 %	1	6,67 %
1 falange	14	82,35 %	14	93,33 %

Para esta tabla no se consideró el ejemplar 1 (feto macho de 70 cm), por tanto, n=32. Las falanges fusionadas, pero claramente identificables como procedentes de núcleos de osificación independientes se contabilizaron por separado.

4.1.5 Peculiaridades óseas

1. Fusión de CR+C3 (ejemplar 20, hembra 137,5 cm) (Figura 12).
2. Aparición de C2 y fusión con CR (CR+C2) (ejemplar 33, hembra 205 cm) (Figura 12).
3. Aparición de C2 y fusión con C3 (C2+C3) (ejemplar 15, macho 217 cm) (Figura 12).

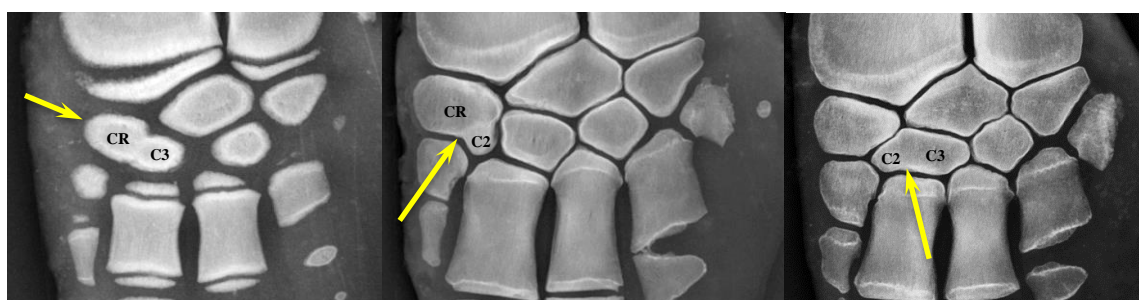


Figura 12. Radiografías de la región distal de radio y cúbito y región del carpo, metacarpo y primeras falanges. **Izq.:** Fusión entre los huesos carporradial (CR) y carpal 3 (C3) en el ejemplar 20 (hembra 137,5 cm). **Centro:** Fusión entre CR y un hueso carpal extra (C2) en el ejemplar 33 (hembra 205 cm). **Dcha.:** Fusión entre C2 y C3 en el ejemplar 15 (macho 217 cm).

4. Fusión de M1+F1 en dedo I (ejemplar 14, macho 216 cm) (Figura 13).
5. Fusión de F1+F2 en dedo I (ejemplar 30, hembra 195 cm) (Figura 13).
6. F2 del dedo I es solo un nódulo óseo ovoide (no es hueso largo) (ejemplares 13, 15 y 17, machos de 198 cm, 217 cm y 222 cm, respectivamente; y ejemplares 23, 27 y 29, hembras 185 cm, 194 cm y 195 cm, respectivamente) (Figura 14).

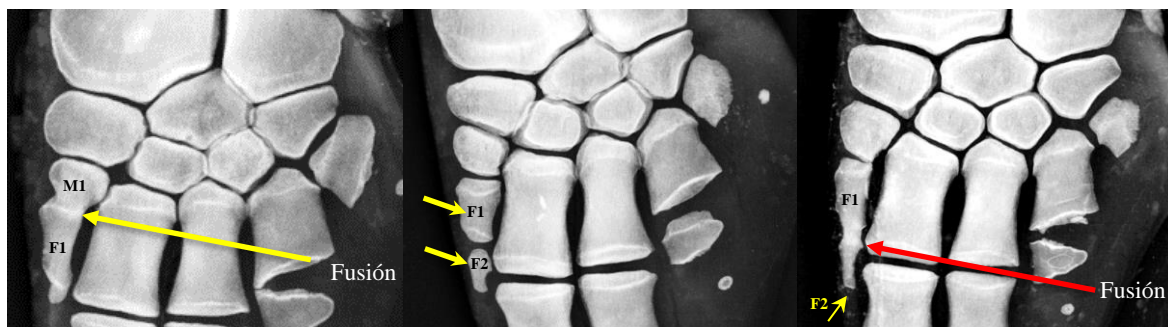


Figura 13. Radiografías de la región distal de radio y cúbito y región del carpo, metacarpo y primeras falanges. *Izq.:* Fusión de hueso metacarpiano 1 (M1) y primera falange (F1) del dedo I del ejemplar 14 (macho 216 cm). *Centro:* F1 y F2 del dedo I del ejemplar 28 (hembra 194,5 cm) sin fusionar. *Dcha.:* Fusión de F1+F2 del dedo I del ejemplar 30 (hembra 195 cm). Fuente: elaboración propia.



Figura 14. Radiografías de la región distal de radio y cúbito y región del carpo, metacarpo y primeras falanges. *Izq.:* Ejemplar 13 (macho de 198 cm). *Dcha.:* Ejemplar 29 (hembra de 195 cm). Las flechas señalan la falange 2 del dedo I. Fuente: elaboración propia.

4.2 Descripción del desarrollo de los componentes óseos

Antes de entrar de lleno en el tema parece adecuado plasmar las diferencias que se encontraron entre los huesos largos y los huesos planos en lo que se refiere al desarrollo de sus núcleos secundarios de osificación (NSO):

- Los NSO aparecieron como epífisis (proximales, distales o ambas, según el hueso) en los extremos de los huesos largos (húmero, radio, cúbito, M2, M3, M4 y falanges más proximales de los dedos II, III y IV) (Figura 15).
- Los NSO aparecieron con morfología de anillo en los huesos planos (huesos del carpo y metacarpianos M1 y M5): la osificación secundaria se inicia en la periferia del molde cartilaginoso y avanza hacia el centro (**osificación pericondral**), donde se encuentra el nódulo óseo formado en el núcleo primario de osificación (NPO) (Figura 15).

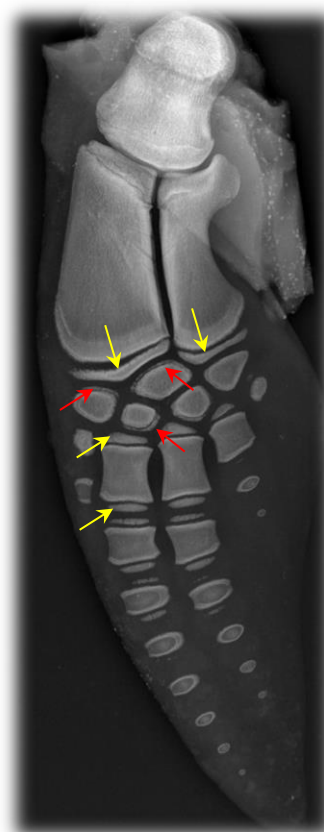


Figura 15. Radiografía de la aleta pectoral del ejemplar 5 (macho 155 cm) en el que se pueden observar los dos tipos de núcleos secundarios de osificación (NSO). Las flechas amarillas señalan epífisis de algunos huesos largos [radio, cúbito y hueso metacarpiano 1(M1)], mientras que las rojas señalan NSO con la morfología en anillo de los huesos planos del carpo.

Los NSO que presentaron los huesos de la aleta pectoral del delfín común fueron:

- **Radio, cúbito, M2, M3 y M4:** ambas epífisis (proximal y distal).
- **Carpo, M1 y M5:** osificación pericondral (en anillo, no pudiendo hablar de epífisis).
- **Dedo I:** F1 ambas epífisis si el dedo constaba de 2 falanges; si no estaba presente F2 entonces F1 solo presentaba la epífisis proximal. F2 cuando estaba presente solo presentó epífisis proximal.
- **Dedo II:** ambas epífisis hasta F6 en machos y F5 en hembras; el resto de falanges presentaron crecimiento por aposición.
- **Dedo III:** ambas epífisis hasta F4 en machos y F3 en hembras; el resto de falanges presentaron crecimiento por aposición.
- **Dedo IV:** F1 presentó ambas epífisis; el resto de falanges crecimiento por aposición.
- **Dedo V:** F1 presentó crecimiento por aposición.

En el ejemplar más pequeño (feto macho, 70 cm) los NPO todavía no estaban presentes para los huesos del carpo, M1, M5, F2 del dedo I y F1 del dedo V (Figura 16). En el resto de ejemplares utilizados en este estudio se observaron todos los NPO, incluso en los animales más jóvenes (ejemplares 2 y 19, macho de 112 cm y hembra de 114 cm, respectivamente; Figura 16).

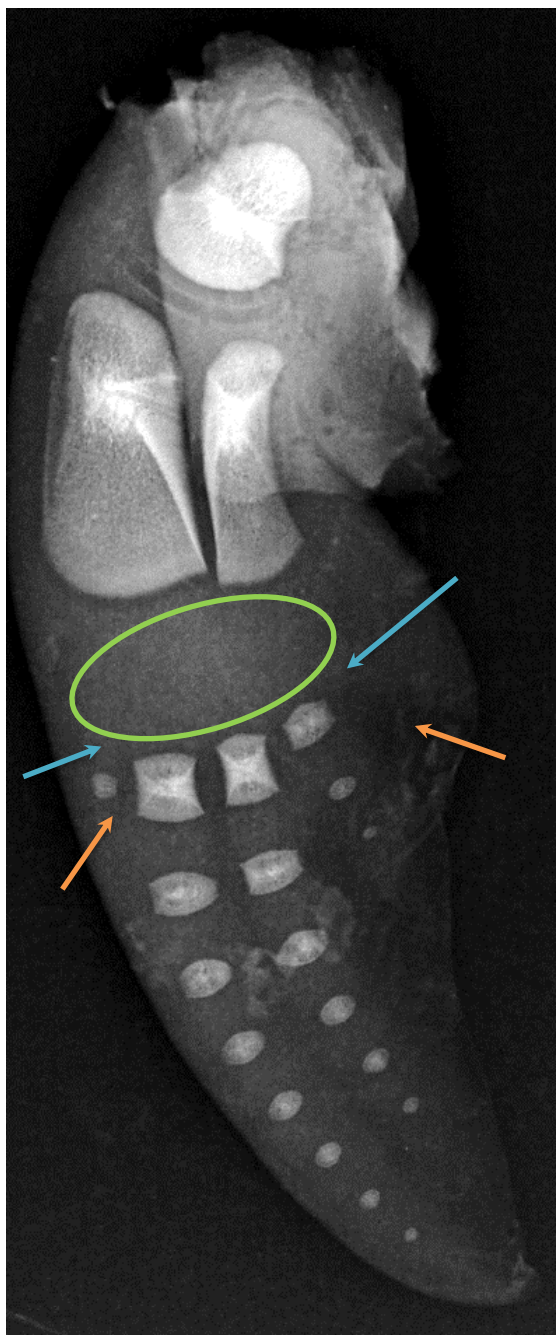


Figura 16. Radiografía de la aleta pectoral del ejemplar 1 (feto macho, 70 cm) en la que se señalan las ausencias de los núcleos primarios de osificación del carpo (óvalo verde), metacarpianos 1 y 5 (flechas azules), y falanges de dedos I y V (flechas naranjas). Fuente: elaboración propia.

El análisis radiológico de las aletas de ejemplares de delfines comunes reveló dos secuencias temporales de aparición y fusión de NSO:

- **Proximodistal** para radio y cúbito: aparecen y se fusionan antes las epífisis proximales que las distales (Figura 17).
- **Craneocaudal** en el carpo: aparecen y se fusionan antes los NSO de los huesos situados más craneales que los caudales (Figura 18).

La prelación observada en cuanto a desarrollo óseo de huesos metacarpianos y falanges fue: dedo II > dedo III > dedo I > dedo IV > dedo V.

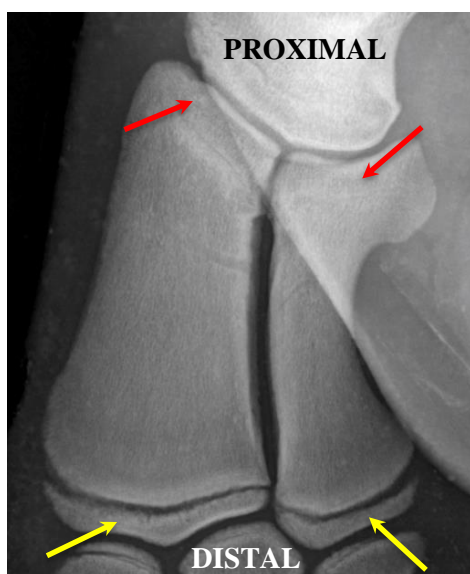


Figura 17. Radiografía de la región del antebrazo del ejemplar 7 (macho de 168 cm) en la que se muestra la secuencia temporal proximodistal de radio y cúbito. Las flechas rojas señalan las epífisis proximales de radio y cúbito (totalmente fusionadas), mientras que las flechas amarillas señalan las epífisis distales de radio y cúbito (todavía sin fusionar).

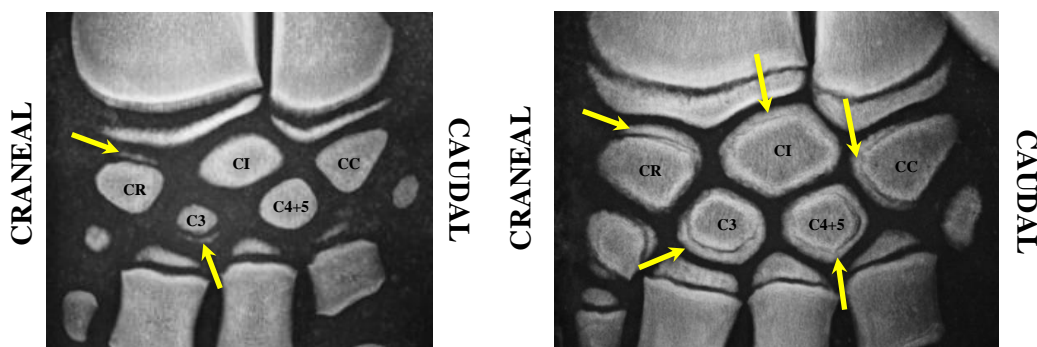


Figura 188. Radiografías de la región distal de radio y cúbito, región del carpo, metacarpo en las que se muestran la secuencia temporal craneocaudal de los huesos carpales. **Izq.:** Ejemplar 3 (macho 140 cm). **Dcha.:** Ejemplar 7 (macho 168 cm) Las flechas amarillas señalan núcleos secundarios de osificación (NSO) en forma de anillo (osificación típica de los huesos planos del carpo).

Para analizar el progreso de la maduración física de las aletas se utilizó como criterio la fusión de los NSO con sus correspondientes huesos (Ogden *et al.*, 1981). Esa fusión se produjo de forma progresiva e inequívoca conforme los animales incrementaban su LT, siendo la maduración más precoz en hembras que en machos. Por ejemplo::

- Las epífisis localizadas en la articulación del codo (epífisis distal de húmero y epífisis proximales de radio y cúbito) fueron las primeras en fusionarse. En el grupo de hembras el **ejemplar 20** (137,5 cm) fue el primero en mostrar una fusión completa de estas epífisis; en el grupo de machos el primer individuo fue el **ejemplar 4** (144 cm) (Figura 19).
- Las epífisis distales de radio y cúbito fueron las siguientes en fusionarse: a partir del **ejemplar 21** (161 cm) en el grupo de las hembras y del **ejemplar 8** (173 cm) en el grupo de machos (Figura 20).
- Todos los NSO de la aleta pectoral aparecieron fusionados a partir del **ejemplar 24** en hembras (191 cm) y del **ejemplar 14** en machos (216 cm) (Figura 21) (si bien el ejemplar 12, macho de 197 cm ya mostró fusión de todas las epífisis, pero el ejemplar 13 de 198 cm volvió a mostrar epífisis no fusionadas).

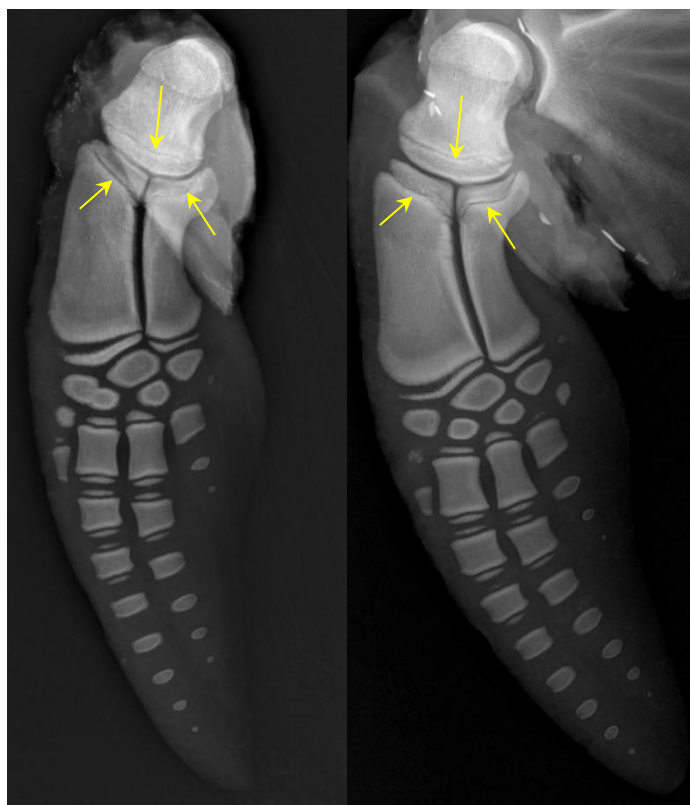


Figura 19. Radiografías de aletas de delfín común. **Izq.:** Ejemplar 20 (hembra 137,5 cm). **Dcha.:** Ejemplar 4 (macho 144 cm). Las flechas amarillas señalan: epífisis dital del húmero y epífisis proximales de radio y cúbito. Fuente: elaboración propia.

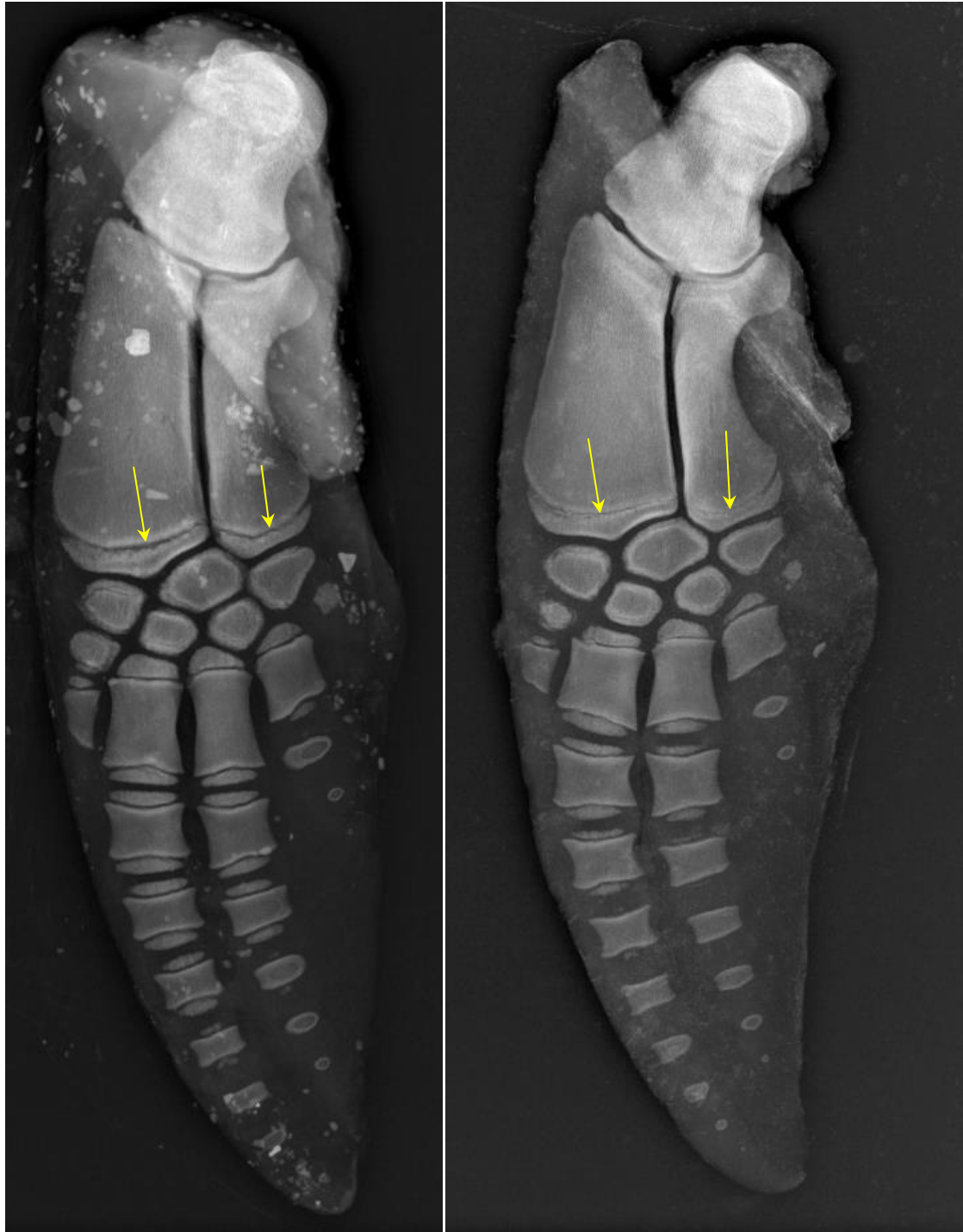


Figura 190. Radiografías de aletas de delfín común. **Izq.:** Ejemplar 21 (hembra 161 cm). **Dcha.:** Ejemplar 8 (macho 173 cm). Las flechas amarillas señalan las epífisis distales de radio y cúbito.
Fuente: elaboración propia.

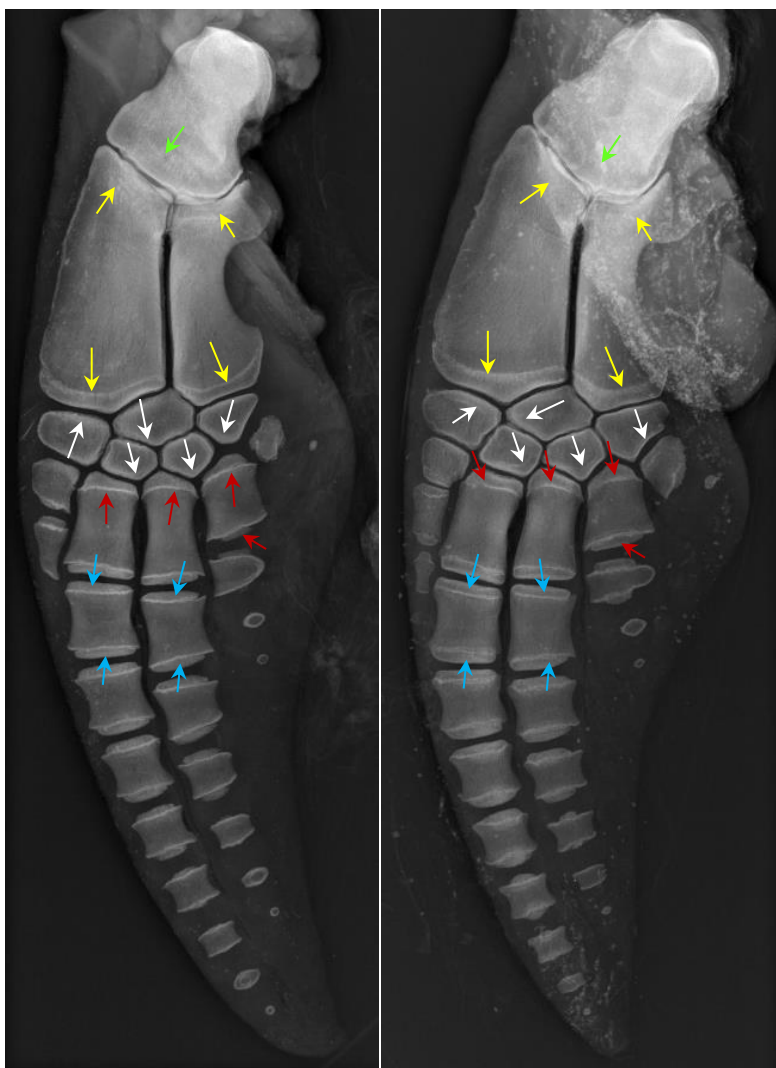


Figura 21. Radiografías de aletas pectorales de delfín común con todos los NSO fusionados. **Izq.:** Ejemplar 24 (hembra 191 cm). **Dcha.:** Ejemplar 14 (macho 216 cm). Las flechas señalan NSO fusionados del húmero (verde), radio y cúbito (amarillas), huesos carpales (blancos) huesos metacarpianos M2, M3 y M4 (rojas) y falanges F1 de los dedos II y III (azules). Fuente: elaboración propia.

Otro hallazgo radiológico diferencial entre machos y hembras fue la presencia de NSO en las falanges de los dedos II y III: en los machos se identificaron epífisis proximales y distales hasta F6 en dedo II y F4 en dedo III, mientras que en hembras se observaron hasta F5 en dedo II y F3 en dedo III.

La secuencia temporal de aparición radiológica y fusión de los distintos NSO mostró una ligera variabilidad entre individuos del mismo sexo e igual o cercana LT. Aunque contamos con un número muy reducido de ejemplares con ambas aletas, no se observaron diferencias para la maduración esquelética entre las aletas derecha e izquierda de un mismo animal (Figura 22).

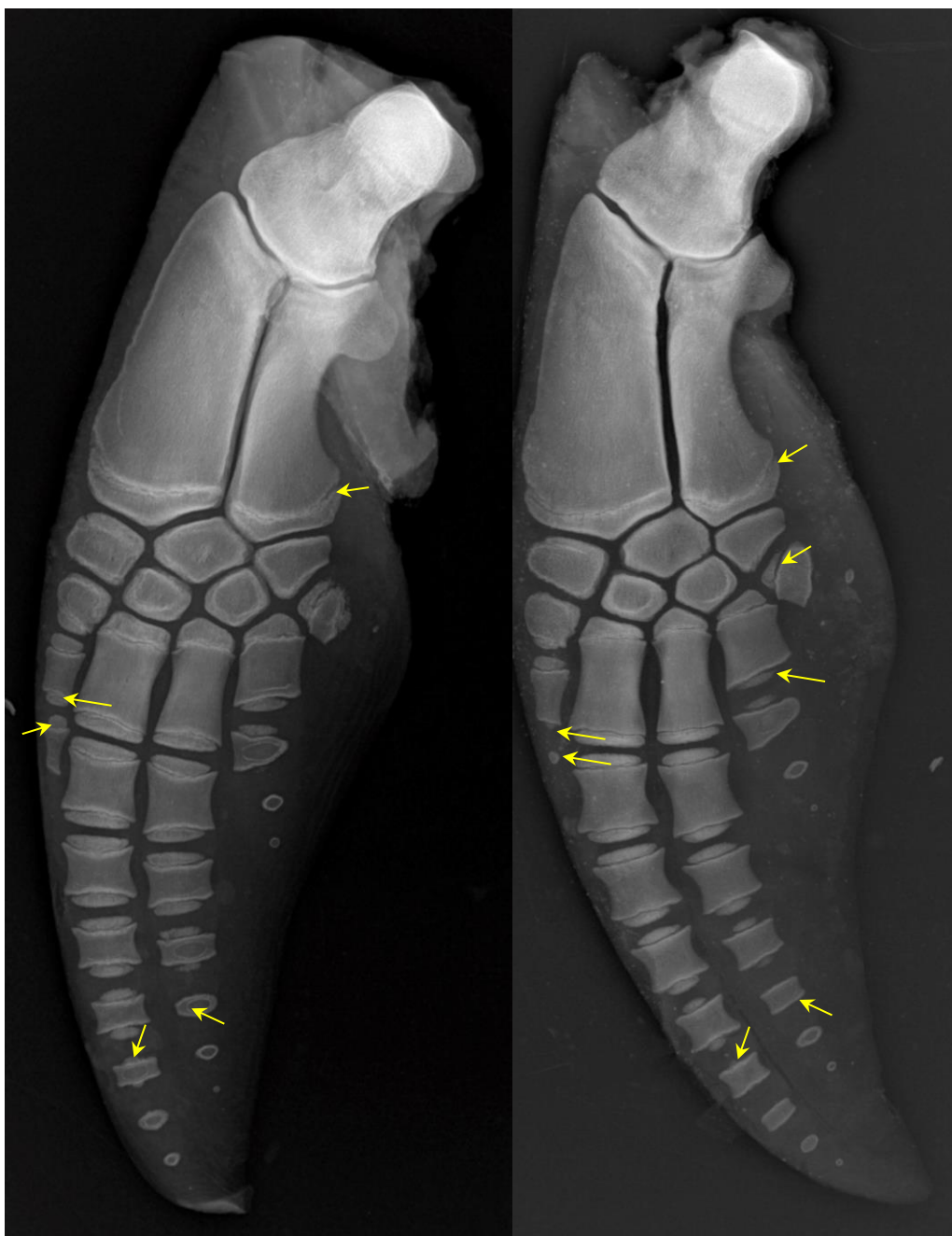


Figura 22. Radiografías de aletas pectorales de delfín común. **Izq.:** Ejemplar 22 (hembra 184 cm). **Dcha.:** Ejemplar 23 (hembra 185 cm). Las flechas señalan los núcleos secundarios de osificación. Fuente: elaboración propia.

4. Discusión

La constitución ósea de la aleta pectoral del delfín común (*Delphinus delphis*) que hemos observado radiológicamente en este trabajo coincide con el patrón general descrito para otros odontocetos de la familia Delphinidae como delfín mular (*Tursiops truncatus*), delfín listado (*Stenella coeruleoalba*) y falsa orca (*Pseudorca crassidens*) (Calzada y Aguilar, 1996; Cozzi *et al.*, 2017; Gihl *et al.*, 1982; Maier, 1997): radio y cúbito aplanados dorsoventralmente, carpo conteniendo cinco huesos ordenados en dos filas (proximal y distal), cinco huesos metacarpianos y cinco dedos con hiperfalangia en los dedos II y III.

Maier (1997) denominó “eminencias epifisarias distales” a los relieves óseos presentes en los extremos articulares distales de radio y cúbito del delfín mular y, además, describió como esas eminencias delimitaban caras articulares independientes cráneo- y caudodistales en cada hueso para ponerse en contacto con la fila proximal del carpo. Esa morfología de los extremos distales de radio y cúbito del delfín mular parece ser idéntica a la del delfín común y por ello en este estudio hemos empleado la misma terminología.

La región del carpo parece mantenerse bastante constante entre los delfínidos, con sus huesos organizados en una fila proximal integrada por tres huesos (carporradial, carpointermio y carpocubital) y una fila distal por dos huesos. El conflicto entre autores reside en la denominación de los huesos que configuran la fila distal. En las primeras descripciones anatómicas exhaustivas del carpo de los cetáceos se consideraba que estos huesos eran C2 y C4+5 (Flower, 1885). En un estudio realizado sobre el delfín mular (Rommel, 1990) propuso que los huesos que integran la fila distal, por sus relaciones con los huesos de la fila proximal, deben nombrarse C3 y C4+5. Sin embargo, las denominaciones de estos huesos en la bibliografía siguen siendo muy diversas y en la mayoría de los casos sin que se justifique adecuadamente su empleo. Por ejemplo, Cozzi *et al.*, (2017) para el delfín listado los identifican tanto como C2 y C3, como C4 y C5, e incluso incluyen a M5 como perteneciente a la fila proximal del carpo ya que lo denominan hueso accesorio del carpo. En nuestro trabajo los huesos que constituyen la fila distal del carpo se identificaron como C3 y C4+5, de acuerdo con la nomenclatura empleada en delfín mular (Maier, 1997; Rommel, 1990) y delfín listado (Calzada y Aguilar, 1996).

Las variaciones en la configuración ósea del carpo no son infrecuentes y en la mayoría de los casos los autores consultados las clasifican en tres modalidades: a) aparición de huesos adicionales, que Calzada y Aguilar (1996) en el delfín listado cifran en el 20% de las aletas estudiadas; b) ausencia de huesos carpales; y c) fusión de NPO resultando en la aparición de huesos combinados (revisado en Maier, 1997). Aunque el número de ejemplares empleado en este estudio ha sido muy reducido

(n= 32, puesto que en el feto de 70 cm faltaban por desarrollarse NPO en la región de la mano), se han identificado 3 animales con modificación en el patrón óseo del carpo, en todos los casos por fusión de elementos óseos: fusión de un hueso de la fila proximal con uno de la fila distal (CR+C3, ejemplar 20, hembra 137,5 cm); aparición de un hueso en la fila distal (C2) y fusión con uno de la fila proximal (CR+C2, ejemplar 33, hembra 205 cm); y aparición de un hueso en la fila distal (C2) y fusión con otro hueso de la fila distal (C2+3, ejemplar 15, macho 217 cm). El hueso C2 no está presente en la mayoría de los animales examinados en este trabajo, únicamente se identificó en estos dos casos fusionado con otros huesos del carpo. A la hora de asignarle la denominación de C2 se tuvo en cuenta la presencia de C3 y las relaciones articulares que establecía con los huesos de la fila proximal del carpo (CR y CI) y con los metacarpianos (M1 y M2), siguiendo el criterio empleado por Maier (1997). Es importante destacar que en uno de los ejemplares donde se observó la presencia de fusión entre huesos del carpo (C2+3, ejemplar 15, macho 217 cm) la variación solo estaba presente en la mano derecha y no en la izquierda, poniendo de manifiesto la existencia de variaciones óseas de la mano no solo entre individuos de la misma especie sino en un mismo individuo (Flower, 1885; Maier, 1997; Cozzi *et al.*, 2015). Para los otros dos ejemplares donde se observaron fusiones de huesos del carpo no se disponía de la aleta pectoral contralateral.

En lo que se refiere a los dedos, nuestro estudio radiológico dio como resultado que la fórmula falángica más frecuente para el delfín común es **I2 II8 III6 IV3 V1**, si bien el número de falanges en cada dedo se mueve en el rango **I1-2 II7-9 III5-7 IV2-3 V0-1**. Nuestras observaciones coinciden con las publicadas por Cozzi *et al.* (2017) también en el delfín común, si bien estos autores incluyen dentro de la fórmula falángica a los huesos metacarpianos. No hemos encontrado diferencias en el número de falanges entre machos y hembras.

Las fusiones entre huesos de metacarpo y carpo, metacarpo y falanges o entre falanges también se describen en la bibliografía (Calzada y Aguilar, 1996; Cooper y Dawson, 2009). Nosotros hemos observado un animal con fusión entre M1 y F1 del dedo I (ejemplar 14, macho 216 cm) y otro con fusión de ambas falanges del dedo I (ejemplar 30, hembra 195 cm). No pudimos confirmar si la variación estaba presente en ambas manos puesto que solo disponíamos de una de las aletas de cada ejemplar. También vimos que F2 del dedo I en 4 animales no se desarrollaba como hueso largo, sino que quedaba reducida a un sencillo nódulo óseo redondeado u ovoide (ejemplares 13, 15, 23 y 29). Para uno de ellos (ejemplar 15, macho 217 cm) contábamos con ambas aletas pectorales, comprobando que en la derecha F2 alcanzaba un desarrollo ligeramente superior al de la aleta izquierda.

El reducido número de animales empleado en este estudio, sobre todo de ejemplares juveniles, ha supuesto uno de los mayores obstáculos a la hora de analizar el desarrollo secuencial de los

componentes óseos de la aleta pectoral en el delfín común. Aún así el número de ejemplares analizado ha permitido obtener datos sobre la secuencia temporal de aparición y fusión de los núcleos de osificación primarios y secundarios (NPO y NSO) y, por tanto, de la consecución de la maduración física de la aleta. Faltan más estudios por realizar en el delfín común ya que, al menos en el delfín listado, la madurez esquelética de la aleta pectoral se alcanza antes que la de la columna vertebral o la del cráneo (Calzada *et al.*, 1997).

El único feto de nuestro estudio (ejemplar 1, macho 70 cm) no presentaba NPO para los huesos de carpo, M1 y M5, F2 del dedo II y F1 del dedo V. No sabemos en qué momento del desarrollo esquelético aparecen dichos núcleos de osificación en el delfín común, pero es probable que suceda antes del parto al igual que en el delfín listado (DiGiancamillo *et al.*, 1998). Al menos nuestros animales de menor longitud (ejemplares 2 y 19, 112 cm macho y 114 cm hembra, respectivamente), con una edad estimada entre 1-3 meses (López, 2003), ya mostraban todos los NPO.

En los estudios anatómicos de Flower (1885) ya se mencionaba la presencia de epífisis en ambos extremos de huesos metacarpianos y falanges de los cetáceos (a diferencia de los mamíferos terrestres que solo poseen una epífisis, distal o proximal según el hueso). Sin embargo, en este estudio se han encontrado algunas excepciones:

- M1 y M5 no eran huesos largos, sino planos, y presentaron osificación pericondral; en ellos se observó una epífisis en anillo que rodeaba a todo el NPO. Este hallazgo tampoco coincide con lo descrito en el delfín listado por DiGiancamillo *et al.*, (1998), ya que estos autores describieron una epífisis proximal en M1 y una osificación multicéntrica para M5. Sí coincidimos con Galatius *et al.*, (2006) quienes observaron este tipo de osificación en M5 para la marsopa común (*Phocoena phocoena*).
- Dedo I: F1 presentaba ambas epífisis, pero en aquellos ejemplares en los que no estaba presente F2 solo aparecía la epífisis proximal; F2 solo mostró epífisis proximal (en ningún caso distal).
- Dedo II: desde F7 en machos y F6 en hembras las falanges eran huesos planos y no largos, por lo que el crecimiento del hueso se producía por aposición en superficie.
- Dedo III: desde F5 en machos y F4 en hembras las falanges eran planas por lo que el crecimiento del hueso se producía por aposición en superficie.
- Dedo IV: desde F2 el crecimiento del hueso se producía por aposición.
- Dedo V: en F1 el crecimiento del hueso se producía por aposición.

Este patrón de aparición de NSO y crecimiento óseo distinto entre falanges proximales y distales del delfín común coincide con el descrito en delfín listado (Calzada y Aguilar, 1996; DiGiancamillo *et al.*, 1998), vaquita (*Phocoena sinus*) (Mellor *et al.*, 2009) o marsopa común (*P. phocoena*) (Dawson, 2003; Galatius *et al.*, 2006).

Como normal general, la aparición de los NSO y la fusión de las epífisis en los huesos largos de la aleta pectoral del delfín común mostró una clara secuencia temporal proximodistal, coincidiendo con el patrón descrito para otras especies de cetáceos (DiGiancamillo *et al.*, 1998; Felts, 1966; Flower, 1885; Galatius *et al.*, 2006; Hui, 1979; Ogden *et al.*, 1981). En el caso del carpo, observamos una tendencia a la osificación craneocaudal al igual que Mellor *et al.* (2009) en la vaquita (*P. sinus*).

Los resultados obtenidos en este trabajo también demuestran que el delfín común presenta dimorfismo sexual en cuanto al momento en el que se alcanza la madurez esquelética de la aleta pectoral. Al aplicar el criterio propuesto por Ogden *et al.*, (1981) para la fusión de las epífisis, las hembras de nuestro estudio presentaban las fisis cerradas a partir de los 191 cm de LT, mientras que en los machos las fisis se consideraron cerradas a partir de los 216 cm. Aunque no podemos correlacionar el progreso de la osificación de la aleta pectoral con la edad de los ejemplares (puesto que no se llevó a cabo ninguna técnica de estimación de edad, como por ejemplo conteo de GLG en dientes), estos datos coinciden con las medias estimadas para la consecución de la madurez física en el delfín común en Galicia: 199 cm para las hembras, lo que corresponde aproximadamente a 10 años, y 215 cm para los machos, que corresponde aproximadamente a 12,5 años (Read, 2015).

5. Conclusiones

- La constitución ósea de la aleta pectoral del delfín común (*Delphinus delphis*) coincide con el patrón general descrito para otras especies de odontocetos de la familia Delphinidae.
- Ese patrón óseo general exhibe ligeras variaciones entre individuos y también entre la aleta pectoral derecha e izquierda de un mismo individuo, por lo que es recomendable que en los protocolos de trabajo se incluya la recogida de las dos aletas de un mismo ejemplar.
- El estudio de la maduración esquelética de la aleta pectoral del delfín común solo requiere, sin embargo, de una aleta pectoral por individuo, al no haber diferencias en cuanto a la secuencia de aparición y fusión de los núcleos de osificación entre las dos aletas de un mismo ejemplar.
- Tanto para el estudio de la configuración ósea como de su proceso de maduración esquelética es necesario contar con un número elevado de animales, sobre todo de ejemplares juveniles en proceso de crecimiento.
- La maduración esquelética que sufren los huesos largos de la aleta pectoral se rige por una secuencia proximodistal, mientras que en los huesos planos del carpo es craneocaudal.
- La maduración esquelética en la aleta pectoral del delfín común se produce antes en hembras que en machos.
- La técnica radiográfica ha resultado ser de gran utilidad para la obtención de información sobre la configuración ósea y la maduración esquelética del delfín común.

6. Bibliografía

Monografías en papel y en línea

BERTA, A; SUMICH, J.L.; KOVACS, K.M. (2015). *Marine mammals: evolutionary biology*. 3ª ed. London: Academic Press. ISBN 978-0-12-397002-2.

BUTTI, C; CORAIN, L; COZZI, B; PODESTÀ, M; PIRONE, A; AFFRONTI, M. y ZOTTI, A. (2007). *Age estimation in the Mediterranean bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu 1821) by bone density of the thoracic limb*. Journal of Anatomy [en línea], vol. 211, no. 5, pp. 639-646. [Consulta: 25 marzo 2017].

Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2375788/>.

CALZADA, N. y AGUILAR, A. (1996). *Flipper Development in the Mediterranean Striped Dolphin*. The Anatomical Record [en línea], vol. 2451708, pp. 714. [Consulta: 28 marzo 2017].

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/profile/Alex_Aguilar/publication/227971204_Flipper_development_in_the_Mediterranean_Striped_Dolphin_\(Stenella_coeruleoalba\)/links/544a9c290cf2d6347f401200.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alex_Aguilar/publication/227971204_Flipper_development_in_the_Mediterranean_Striped_Dolphin_(Stenella_coeruleoalba)/links/544a9c290cf2d6347f401200.pdf).

CASTILLO, D.L.D; PANEBIANCO, M.V; NEGRI, M.F. y CAPPOZZO, H.L. (2014). *Morphological Analysis of the Flippers in the Franciscana Dolphin, *Pontoporia blainvillei*, Applying X-Ray Technique: Flipper Skeleton of Franciscana Dolphin*. The Anatomical Record [en línea], vol. 297, no. 7, pp. 1181-1188. [Consulta: 9 julio 2017].

Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/ar.22908>.

COMMITTEE ON TAXONOMY. (2016). *List of marine mammal species and subspecies*. Society for Marine Mammalogy [en línea]. [Consulta: 24 julio 2017].

Disponible en: <http://marinemammalscience.org>.

COOPER, L.N. y DAWSON, S.D. (2009). *The trouble with flippers: a report on the prevalence of digital anomalies in Cetacea*. Zoological Journal of the Linnean Society [en línea], vol. 155, n°3, pp. 722-735. [Consulta: 15 julio 2017].

Disponible en: <https://academic.oup.com/zoolinnea/article-lookup/doi/10.1111/j.1096-3642.2008.00454.x>.

COZZI, B; HUGGENBERGER, S; OELSCHLÄGER, H.A; DEMMA, M; GORTER, U. y OELSCHLÄGER, J. (2017). *Anatomy of dolphins: insights into body structure and function* [en línea]. [Consulta: 20 julio 2017].

Disponible en: <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=4694660>.

DAVISON, N.J; TEN DOESCHATE, M.T.I; DAGLEISH, M.P; READ, F.L; REID, R.J; FOSTER, G; BROWNLOW, A. y BARLEY, J. (2016). *Twin foetuses in an Atlantic white-sided dolphin (Lagenorhynchus acutus) stranded on the coast of Scotland, UK*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom [en línea], vol. 96, n°4, pp. 841-844. [Consulta: 23 julio 2017].

Disponible en: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0025315415002246.

DAWSON, S.D. (2003). *Patterns of ossification in the manus of the harbor porpoise (Phocoena phocoena): Hyperphalangy and delta-shaped bones*. Journal of Morphology [en línea], vol. 258, n°2, pp. 200-206. [Consulta: 11 julio 2017].

Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/jmor.10146>.

DIGIANCAMILLO, M; RATTEGNI, G; PODESTÀ, M; CAGNOLARO, L; COZZI, B. y LEONARDI, L. (1998). *Postnatal ossification of the thoracic limb in striped dolphins (Stenella coeruleoalba) (Meyen, 1833) from the Mediterranean Sea*. Canadian journal of zoology [en línea], vol. 76, n°7, pp. 1286–1293. [Consulta: 10 julio 2017]. Disponible en: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/z98-055>.

FELTS, W.J.L. (1966). *Some functional and structural characteristics of cetacean flippers and flukes*. En: *Whales Dolphins and Porpoises*. K.S.Norris. Berkeley (Eds). University of California Press, pp. 255-276.

FLOWER, W.H. (1885). *An Introduction to the Osteology of the Mammalia*. 3ª ed. London. Macmillan.

GALATIUS, A; ANDERSEN, M.-B, HAUGAN, B; LANGHOFF, H.E. y JESPERSEN, A. (2006). *Timing of epiphyseal development in the flipper skeleton of the harbour porpoise (Phocoena phocoena) as an indicator of paedomorphosis*. Acta Zoologica [en línea], vol. 87, n°1, pp. 77–82. [Consulta: 10 julio 2017].

Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1463-6395.2006.00223.x/full>.

GIHR, M; KRAUS, C y PILLERI, G. (1982). *The manus of Pseudorca crassidens (Owen): A study of variability*. n°13, pp. 101–124.

GONZÁLEZ, A.F; A.F; LÓPEZ, A y BENAVENTE, P. (1999). *A multiple gestation in a Delphinus delphis stranded on the north-western Spanish coast*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom [en línea], vol. 79, n°6, pp. 1147–1148. [Consulta: 22 julio 2017].

Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-the-marine-biological-association-of-the-united-kingdom/article/a-multiple-gestation-in-a-delphinus-delphis-stranded-on-the-north-western-spanish-coast/BDAC2E6FF83291EC5CE38F69DDB07E63>.

HARUKA, I.T.O. y MIYAZAKI, N. (1990). *Skeletal development of the striped dolphin (Stenella coeruleoalba) in Japanese waters*. Journal of the Mammalogical Society of Japan [en línea], vol. 14, n°2, pp. 79–96. [Consulta: 25 marzo 2017].

Disponible en:
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jmammsocjapan1987/14/2/14_2_79/_article/-char/ja/.

IJSSELDIJK, L.L.; GRÖNE, A.; HIEMSTRA, S.; HOEKENDIJK, J. y BEGEMAN, L. (2014). *Short Note: A Record of Twin Fetuses in a Harbor Porpoise (Phocoena phocoena) Stranded on the Dutch Coast*. Aquatic Mammals [en línea], vol. 40, nº4, pp. 394-397. [Consulta: 22 julio 2017].

Disponible en:

http://www.aquaticmammalsjournal.org/index.php?option=com_content&view=article&id=710:short-note-a-record-of-twin-fetuses-in-a-harbor-porpoise-phocoena-phocoena-stranded-on-the-dutch-coast&catid=57&Itemid=157.

JEFFERSON, T.A.; WEBBER, M.A. y PITMAN, R.L. (2011). *Marine Mammals of the World: A Comprehensive Guide to Their Identification*. Academic Press. ISBN 978-0-08-055784-7.

KOMPANJE, E.J. (2005). *A case of symmetrical conjoined twins in a bottlenose dolphin Tursiops truncatus (Mammalia, Cetacea)*. Deinsea [en línea], vol. 11, nº1, pp. 147–150. [Consulta: 23 julio 2017].

Disponible en: <http://natuurtijdschriften.nl/search?identifier=538750>.

KOMPANJE, E.J.; CAMPHUYSEN, C.K. y LEOPOLD, M.F. (2017). *The first case of conjoined twin harbour porpoises Phocoena phocoena (Mammalia, Cetacea)*. [Consulta: 23 julio 2017].

Disponible en: http://www.hetnatuurhistorisch.nl/fileadmin/user_upload/documents-nmr/Publicaties/Deinsea/Deinsea_17/Kompanje_Camphuysen_Leopold_DEINSEA_17_1-5_2017_06_07.pdf.

LÓPEZ, A. (2003). *Estatus dos pequenos cetáceos da Plataforma de Galicia*. Universidad de Santiago de Compostela, pp. 337.

LÓPEZ, A. (2011). *Cetáceos: Guía de Identificación*. Gondomar, Pontevedra C.E.M.M.A. 56 p. il. col., gráf.

LÓPEZ, A.; PIERCE, G.J.; VALEIRAS, X.; SANTOS, M.B. y GUERRA, A. (2004). *Distribution patterns of small cetaceans in Galician waters*. Journal of the Marine Biological Association of the UK [en línea], vol. 84, nº1, pp. 283-294. [Consulta: 24 julio 2017].

Disponible en: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0025315404009166.

MAIER, J. (1997). *Variation in the number of carpal bones in bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) from the Gulf of Mexico*. [en línea] OSU Theses [14003]. pp.71. [Consulta: 26 julio 2017]. Disponible en: <https://shareok.org/handle/11244/12320>.

MELLOR, L.; COOPER, L.N.; TORRE, J. y BROWNELL, R.L. (2009). *Paedomorphic Ossification in Porpoises with an Emphasis on the Vaquita (Phocoena sinus)*. Aquatic Mammals [en línea], vol. 35, nº2, pp. 193-202. [Consulta: 10 julio 2017].

Disponible en:

http://www.aquaticmammalsjournal.org/index.php?option=com_content&view=article&id=123:paedomorphic-ossification-in-porpoises-with-an-emphasis-on-the-vaquita-phocoena-sinus-&catid=33:volume-35-issue-2&Itemid=95.

MURPHY, S; PINN, E.H. y JEPSON, P.D. (2013). *The short-beaked common dolphin (Delphinus delphis) in the north-east Atlantic: Distribution, ecology, management and conservation status*. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review [en línea], vol. 51, pp. 193–280. [Consulta: 10 julio 2017].

Disponible en:

[http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=3XY0AAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA193&dq=%22dolphins+\(Delphinus+delphis\)+are+one+of+the+most+abundant+cetaceans+in+the+22+%22on+genetic+diversity,+evidence+of+density-dependent+compensatory+responses+in%22+%22and+valuable+information+for+the+future+development+of+a+conservation+management+plan%22+&ots=WLOfZDchn7&sig=AcWgSALppYtPjYVJDqORiVBbyXk](http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=3XY0AAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA193&dq=%22dolphins+(Delphinus+delphis)+are+one+of+the+most+abundant+cetaceans+in+the+22+%22on+genetic+diversity,+evidence+of+density-dependent+compensatory+responses+in%22+%22and+valuable+information+for+the+future+development+of+a+conservation+management+plan%22+&ots=WLOfZDchn7&sig=AcWgSALppYtPjYVJDqORiVBbyXk).

MURPHY, S. y ROGAN, E. (2006). *External morphology of the short-beaked common dolphin, Delphinus delphis: growth, allometric relationships and sexual dimorphism*. Acta Zoologica [en línea], vol. 87, n°4, pp. 315–329. [Consulta: 10 julio 2017].

Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1463-6395.2006.00245.x/full>.

OGDEN, J.A.; G.J. CONLOGUE, M.H.S. RHODIN y A.G.J. RHODIN. (1981). *Roentgenographic indicators of skeletal maturity in marine mammals (Cetacea)*. Skeletal Radiology [en línea], vol. 7, n°2, pp. 119-123. [Consulta: 25 marzo 2017].

Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/BF00347376>.

OSBORN, S., DALTON, L., DOLD, C. y ROBECK, T., 2012. Management of twin pregnancy and perinatal concerns in a beluga (*Delphinapterus leucas*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* [en línea], vol. 43, no. 1, pp. 193–196. [Consulta: 23 julio 2017]. Disponible en: <http://www.zoowildlifejournal.com/doi/abs/10.1638/2011-0161.1>.

PERRIN, W.F.; WÜRSIG, B y THEWISSEN, J.G.M. (2009). *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press. ISBN 978-0-08-091993-5.

READ, F.L. (2015). *Understanding Cetacean and Fisheries Interactions in the North-West Iberian Peninsula*. Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 25: 138–154, pp. 154.

REEVES, R.R. (2005). *Guía de los mamíferos marinos del mundo*. Ed. il. Omega. pp.528. ISBN 978-84-282-1315-8.

SCHALLER, O. y CONSTANTINESCU, G., 2007. *Illustrated Veterinary Anatomical Nomenclature*. Ilustrada. S.l.: Georg Thieme Verlag. ISBN 978-3-8304-1069-0.

STEWART, J.E. (2009). *Diving behaviour*. En: W.F.Perrin, B.Würsig, J.G.M.Thewissen (eds). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 2ªed.. Academic Press.

ROMMEL, A.S.; ANN PABST, D y MCLELLAN, W.A. (2009). *Skull anatomy*. En: W.F.Perrin, B.Würsig, J.G.M.Thewissen (eds). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 2ªed.. S.l.: Academic Press,

ROMMEL, A.S. y REYNOLDS, J.E. (2009). *Skeleton, Postcranial*. En: W.F.Perrin, B.Würsig, J.G.M.Thewissen (eds). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 2ªed. Academic Press.

ROMMEL, A.S. (1990). *Osteology of the bottlenose dolphin*. En: S. Leatherwood and R. R. Reeves (eds.). *The bottlenose dolphin*. Academic Press.

Páginas web

CEMMA Listado Especies [en línea], [Consulta: 26 julio 2017].

Disponible en: http://www.cemma.org/vara/listado_especies_Galicia.htm.

Dofí Comú (*Delphinus delphis*). CRAM [en línea], [Consulta: 26 marzo 2017].

Disponible en: <http://cram.org/ca/cataleg-especies/mamifers-marins/cetacis/dofi-comu/>.